

1999年夏季中国降水 南多北少成因初探^{*}

陈桂英 张培群 许力

(国家气候中心, 北京 100081)

摘 要 对1999年中国夏季降水特征及其成因的分析表明, 1999年夏季中国长江中下游地区降水偏多有其重要的气候背景, 主要受到降水年代际振荡湿期的影响, 而La Niña事件的冬季增强是造成1999年中国夏季雨带位置偏南, 北方少雨干旱的重要物理因素。

关键词: La Niña; 年代际振荡; 季风; 旱涝; 模型

1 引言

1999年夏季(6~8月)中国南方大部分地区降水偏多。长江中下游偏多2至5成, 其中江南东部地区偏多达1倍以上, 部分地区发生了严重洪涝, 仅6月22~30日长江中下游沿江5站(上海、南京、芜湖、九江、武汉)的降水总量就达1720 mm, 超过了近100年梅雨期平均降水总量的68%, 8月中、下旬江南及西南大部地区降水频繁, 江南大部地区比常年同期偏多2至5倍。而长江以北除青海、甘肃中部及新疆天山一带偏多外大部地区降水偏少, 淮河流域大部、华北和西北的大部分地区偏少5至8成, 部分地区6~8月的降水量是1951年以来同期最小值。与此同时, 黄河以南大部地区季平均气温接近常年或偏低, 长江中下游出现明显的“凉夏”天气, 气温持续偏低, 热量不足, 致使农作物生育期有所推迟; 而黄河以北大部分地区气温偏高1~2℃, 华北等地区出现罕见的持续高温。夏季仅有两个热带风暴和台风在中国沿海登陆。

造成1999年中国夏季气候异常有其特定的气候背景和物理成因。本文着重分析了1999年夏季长江中下游地区降水异常偏多的气候背景和中国夏季降水南多北少的物理成因。

2 长江中下游地区夏季降水的气候背景和年代际振荡

使用长江中下游地区11个站(上海、南京、安庆、屯溪、杭州、合肥、南昌、长沙、岳阳、九江、武汉)1850~1998年(5~9月)平均降水等级^[1]进行了小波分析。从全局小波谱值图可以看出, 长江中下游地区5~9月的降水量最显著周期是准39年和准19年的年代际周期(世纪周期除外), 它们都具有很高的谱值。从小波系数实部的时间分布图上也清楚地看到, 降水高等级(干)和低等级(湿)的准39年和准19年的年

1999-10-27收到, 2000-03-17收到再改稿

^{*} 国家“九五”重中之重科技攻关项目“我国短期气候预测系统的研究”96-908-04-01专题资助

代际周期变化十分清楚和有规则的排列, 目前虽已过这两个周期的低谷期(即湿期), 但仍处在这两个周期的低值期内; 10~45 年滤波信号也直观地表明了这种结果(图略)。图 1 是根据长江中下游地区 11 个站 1951~1999 年 6~8 月降水量计算的降水指数(降水指数的计算方法参见文献[2])的小波分析图。除 45.3 年周期受资料限制仅作参考周期外, 在 22.6 年处小波谱值出现明显的峰值, 这表明长江中下游地区夏季降水存在明显的准 23 年周期(图 1a), 小波系数实部的时间分布(图 1b)表明长江中下游降水高指数(湿)和低指数(干)的准 23 年周期非常明显和有规则, 而目前正处在高指数(湿期)的峰值期, 而图 1e 的 10~46 年滤波信号也表明, 目前正处在年代际变化高指数的强信号阶段。以上分析表明, 长江中下游地区 5~9 月降水存在明显的准 39 年和准

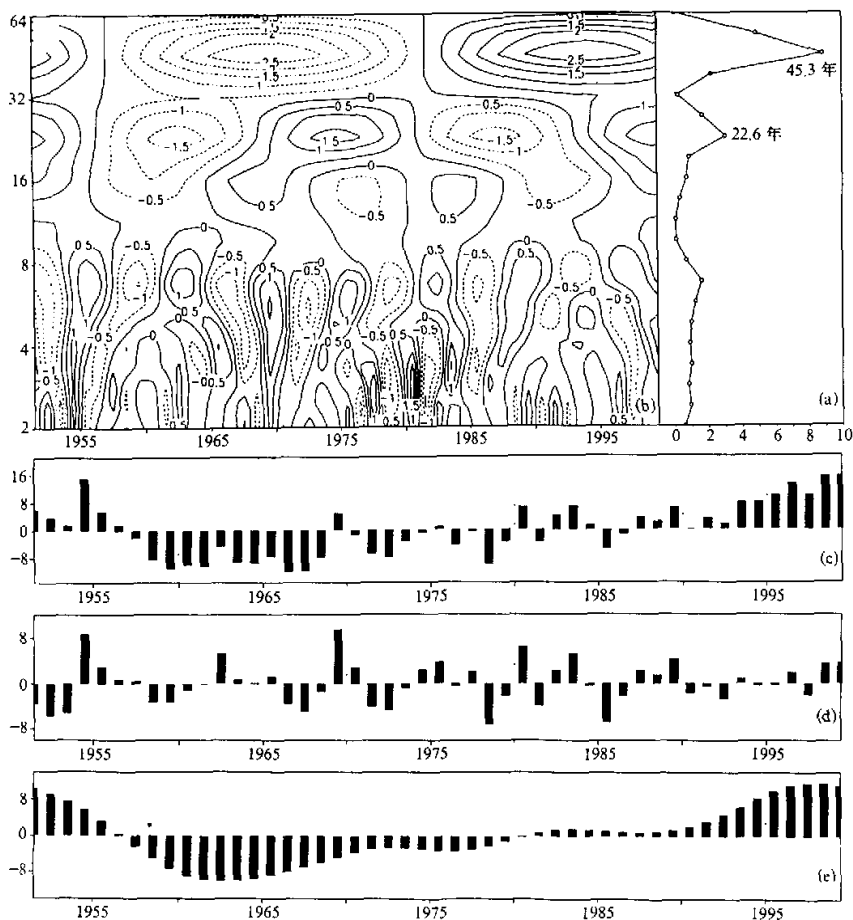


图 1 1951~1999 年夏季 6~8 月长江中下游地区降水指数小波分析

(a) 降水指数的全局小波谱; (b) 降水指数的小波系数实部; (c) 标准化降水指数距平; (d) 降水指数的年际变化信号(2~8 年滤波信号); (e) 降水指数的年代际变化信号(10~46 年滤波信号)

19年的变化周期, 6~8月存在准23年周期, 这表明长江中下游地区夏半年的降水存在明显的年代际震荡, 这是在持续几年多雨之后1999年继续明显多雨和发生洪涝的重要气候背景, 而目前正处在5~9月降水等级年代际震荡的低值期和6~8月降水指数高值期, 自1993年以来, 长江中下游地区连续7年夏季降水的指数高于正常值(1.50), 而1999年超过了前6年, 且夏季降水偏多这种特征有可能还会持续。

3 冬季增强的La Niña事件对中国夏季降水和旱涝分布趋势的影响

3.1 1998年冬季~1999年春季、夏季中国降水的季节变化特征

根据El Niño和La Niña事件发生后冬季Niño-3区标准化海温距平和它的月际差, 作者曾将El Niño和La Niña事件分为冬季增强型和减弱型, 并讨论了大气环流对El Niño和La Niña冬季不同型的响应和对我国夏季降水的影响^[3]。统计表明, 处在El Niño和La Niña事件冬季不同型期间中国冬季(即同期)和未来春季全国降水的分布趋势也有明显差异。处在ENSO循环中的La Niña冬季增强位相时, 有利于冬季全国大部地区降水偏少, 春季除西南大部、黄淮和东北中部降水较常年偏多外, 其他地区偏少。1998年6月开始, 赤道东太平洋海面温度急剧下降, 10月份La Niña事件形成, 冬季继续增强。根据Niño-3区标准化海温距平和海温距平月际差的变化, 1998年冬季(1998年12月~1999年2月)La Niña事件的发展达到La Niña冬季增强型的标准。1998年冬季, 除华南部分地区和华北北部部分地区降水偏多外中国大部地区降水偏少, 与La Niña冬季增强型各年冬季平均降水距平百分率的分布相比, 全国大部地区降水偏少的分布趋势十分接近(图略)。1999年春季, 全国除沿长江地区降水明显偏多与La Niña冬季增强型的春季江南北部地区降水偏少不符外, 全国其他地区特别是中国东部地区中间多, 南北少的分布趋势仍十分相似(图略)。统计表明, El Niño和La Niña冬季增强型, 中国夏季降水的主要雨带属于III类, 即雨带偏南型。而El Niño冬季增强型以长江流域多雨型为主(如1969、1983、1987年等); La Niña冬季增强型以长江以南多雨型为主(如1968、1974年)^[3]。1999年夏季中国主要雨带位置偏南(属III类雨型), 与La Niña冬季增强型III类雨型相一致。进一步分析各月降水分布表明, 1999年6月除南方差异较大外, 北方地区趋势大致一致(图略); 7月份中国长江以南大范围降水偏多, 沿长江及其以北除黄河上游、华北北部、新疆西部等地降水也偏多外其他大范围降水偏少, 这种分布趋势与La Niña冬季增强型平均降水距平百分率的分布型基本一致(图2); 8月份维持了7月份降水分布的基本特点, 除北方部分地区降水偏少趋势较为明显与La Niña冬季增强型北方降水接近常年稍偏多有差异外, 其他大部地区的分布趋势仍十分相似, 特别是江南中南部、华南、西南地区偏多十分一致(图略)。夏季6、7、8三个月中以对夏季雨带和旱涝分布影响最大的7月与La Niña冬季增强型7月基本一致为重要特征。

综上所述, 1998年冬季到1999年春季、夏季, 中国冬季大范围少雨, 春季的主要多雨区在中国中部地区, 而其南北均为少雨, 夏季主要多雨带位于长江以南, 这些特征

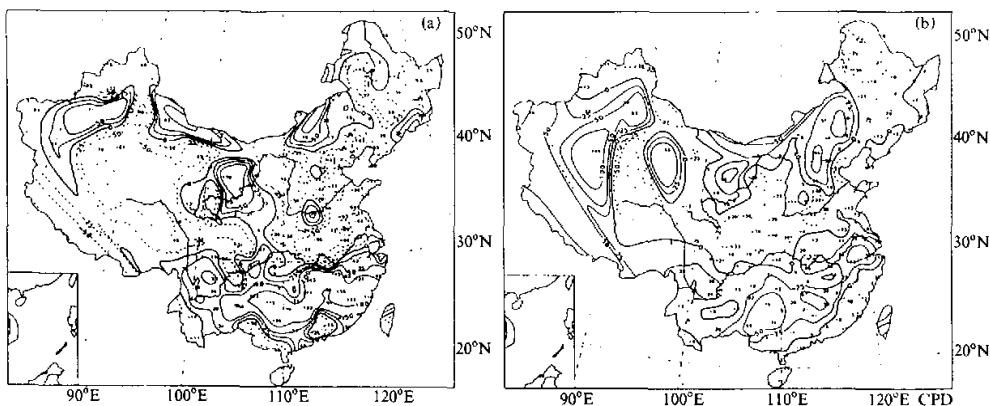


图2 1999 年 (a) 和 La Niña 冬季增强型 (b) 7 月降水距平百分率分布

与 La Niña 冬季增强型的降水季节变化特点十分相似, 明显区别于 La Niña 冬季减弱型。这表明在 La Niña 事件发生以后, 以 La Niña 冬季增强型和 La Niña 冬季减弱型分别来讨论和预测中国的气候变化更能反映 ENSO 不同位相对中国气候的影响, 也表明 1998 年冬季到 1999 年夏季中国的气候变化有可能明显受到 La Niña 冬季增强型的影响。根据这种思路制作 1998 年冬季至 1999 年春、夏季的降水趋势预测将得到较好的效果。

3.2 La Niña 冬季增强型对中国气候影响的可能机制

孙淑清等的研究表明, 长江、淮河流域夏季旱、涝不同的气候变化是前冬东亚冬季风环流存在明显差异导致夏季风环流不同造成的^[4]。在文献[3]中, 作者讨论了中国夏季 4 种不同降水和旱涝分布型可能与冬季处在 ENSO 循环不同位相下的东亚冬季风的强弱和冬季风环流不同, 造成东亚冬季风撤退、夏季风爆发的早晚有关, 也与大气的响应造成西太平洋副热带高压的增强或减弱差异十分明显有关。处在 La Niña 冬季增强位相下, 东亚冬季风是 ENSO 循环不同位相中最强的, 大气经向环流发展明显, 西太平洋副热带高压减弱, 冬季风撤退, 夏季风爆发早, 夏季东亚 500 hPa 位势高度距平场呈北正南负分布。这种特征是大气对 La Niña 冬季增强的响应。黄荣辉的研究表明, 西太平洋菲律宾周围对流减弱有利于西太平洋副热带高压位置偏南; 反之, 西太平洋副热带高压位置偏北^[5]。而西太平洋菲律宾周围对流的减弱和增强是与 ENSO 循环的暖位相和冷位相直接相联系的。根据 1951 年 1 月到 1996 年 12 月西太平洋副热带高压与赤道东太平洋海面温度超前和滞后相关系数变化可以看出, 西太平洋副热带高压的强弱趋势对赤道东太平洋海面温度超前 8 个月开始有正相关关系, 这种关系一直到滞后 18 个月结束, 其中副热带高压对海面温度距平 (SSTA) 滞后 2~5 个月的相关系数都达 0.5 以上, 以滞后 3 个月为最好, 相关系数达到 0.52, 远远超出 0.001 的信度 (图 3)。这说明大气对赤道东太平洋海面温度持续增暖 (或变冷) 的响应将导致西太平洋副热带高压持续增强 (或减弱), 平均来讲大气的响应将滞后 1~2 个季。由此可以认为, 1999 年春、夏季西太平洋副热带高压异常减弱可能是大气对赤道东太平洋海水变冷和 1998

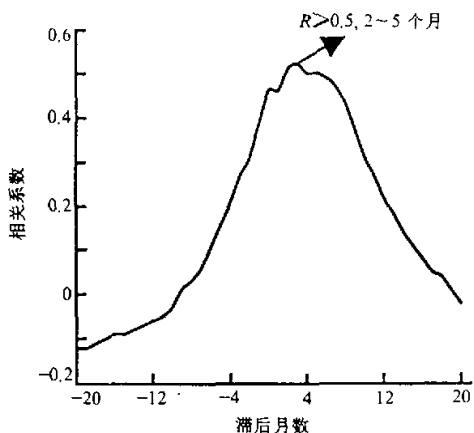


图3 西太平洋副高面积指数与赤道东太平洋海面温度相关系数

年10月开始的La Niña事件的滞后响应。

许多研究^[2,6,7]表明,西太平洋副热带高压的强弱和位置对中国夏季降水有重要影响。过去许多工作强调副高强弱和南北位置的影响较多。而这里主要讨论夏季副高偏弱、位置异常偏东对中国夏季雨带的影响。统计表明,La Niña冬季增强型夏季(6~8月)西太平洋副热带高压西伸脊点平均达128.4°E,其中有60%的年份在130°E以东,比La Niña冬季减弱型平均偏东5个经度。这表明,La Niña冬季增强型夏季副高偏弱且异常偏东,而减弱型则夏季副高偏弱,正常稍偏东。由于副高偏弱,而东西

位置差异明显,夏季东亚500 hPa距平场(用扩大100倍的标准化位势高度距平表示,图4)的分布差异也十分明显,前者为北高南低型,表明西风带环流经向发展,有利于冷空气到达较低纬度而造成中国夏季雨带位置偏南(III类雨型);后者东亚距平场从低纬到高纬呈“+”的遥相关结构(图略),有利于夏季中国主要雨带出现在长江黄河之间(II类雨型),1999年夏季西太平洋副热带高压面积指数平均为12,比常年明显偏弱,也是1987年以来最弱的一年,西伸脊点平均为135°E,比正常年偏东近13个经度,也是1987年以来最偏东的一年。而偏弱是偏东的前提,副热带高压异常偏弱、偏东和6~8月500 hPa距平图上东亚北正南负的距平分布型与冬季增强型的基本特点一致。作者认为以上特征至少有两种途径造成中国夏季雨带位置偏南:其一,由于副高主体位置异常偏东,虽副高主体的脊线位置异常偏北,但在中国大陆和近海真正对中国降水关系密切的130°E以西的副高脊线位置(即热带东西风的零线)异常偏南。在大陆以南地区,从1999年6~8月500 hPa矢量风的分布图上可以十分清楚的看到这一点(图5a)。其二,由于副高异常偏东,导致来自西南、东南和南海三个不同路径的夏季风的交汇点位置异常偏东,1999年6~8月850 hPa矢量风路径表明,这种交汇点在海上(图5a),表明东亚季风的路径明显偏东。从850 hPa矢量风距平图(图5b)上可以看到,在中国长江以南地区为西南风距平,而中国长江流域以北的北方大范围地区均为北风距平。这表明,1999年影响中国的夏季风主要是西南季风并且比常年偏强,而东南季风和南海季风都较常年偏弱。因而,总体上讲1999年夏季风向北的爆发力较弱,对中国南方的影响比较明显,对北方地区的影响较弱,北方水汽输送较差。由于以上双重影响导致中国夏季雨带位置偏南,而北方持续干旱少雨。

3.3 La Niña冬季增强型对中国降水分布影响的概念模型

根据以上分析,我们可以得到在La Niña(ENSO循环冷水位相)冬季增强型海洋

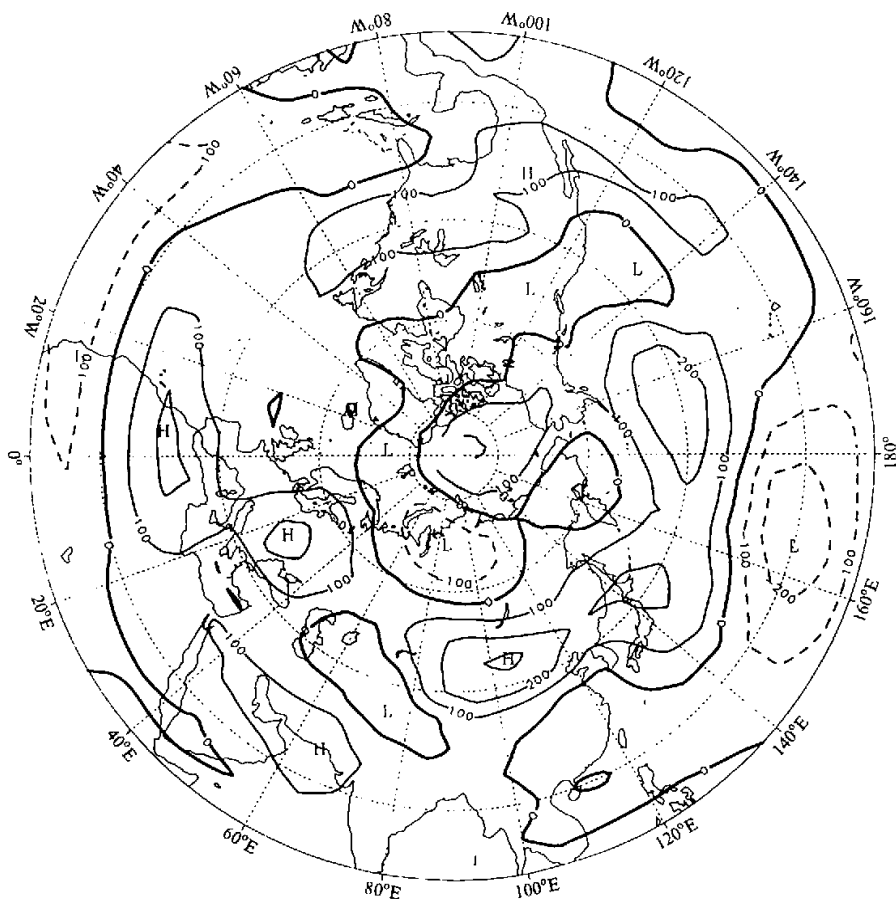


图 4 1999 年夏季 6~8 月北半球 500 hPa 位势高度标准化距平分布

对大气和中国夏季降水和旱涝分布影响的可能机制和物理概念模型 (图 6)。

4 结论和讨论

(1) 资料分析表明, 1951 年以来西太平洋副热带高压春夏季异常偏东的除 1999 年以外, 仅有的 1968、1974 年也均属于 La Niña 冬季增强型, 其中以 7、8 月对中国的气候影响最为明显。这两年中国夏季南多北少的雨带分布与 1999 年也十分相似, 是 1951 年以来最为典型的江南多雨型。因而, La Niña 事件的冬季增强可能是造成中国夏季雨带位置偏南的重要物理因素之一。因此, 可以认为在 ENSO 循环冷水位相下, La Niña 冬季增强型可以作为预测中国夏季偏南型雨带的重要物理依据。

(2) 1999 年夏季的东亚大气环流、西太平洋副热带高压的变化特征和全国降水分

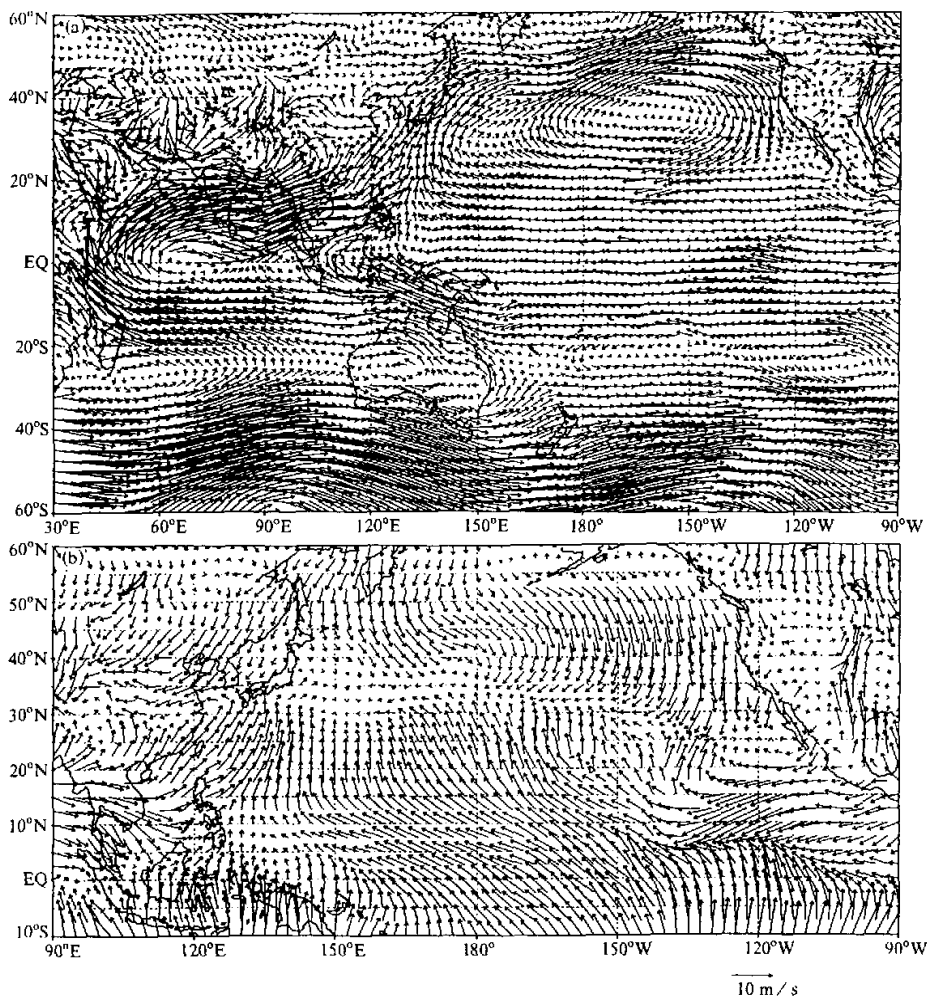


图5 1999年6~8月850 hPa 矢量风 (a) 和矢量风距平 (b) 分布

布型与 La Niña 冬季增强型十分接近, 而与 La Niña 冬季减弱型有明显的差异, 导致 La Niña 冬季增强型与 La Niña 冬季减弱型中国夏季雨带和旱涝分布有明显差异的主要原因可能是: 由于大气对海洋变化响应的滞后性, 处在 La Niña 冬季增强型的夏季 La Niña 事件对大气和气候的影响比处在 La Niña 冬季减弱型的夏季要强得多。

(3) 在 La Niña 冬季增强型各年中, 1968、1974、1999 年夏季降水为最典型的北少南多型, 1996、1971 年除江南大部地区降水偏多外, 北方也有较明显的多雨区, 江南大部多雨是这些年的共同特征, 但 1995 年除东北大部地区明显多雨外, 全国其他大部地区降水偏少。这表明, 中国夏季降水除受到 ENSO 循环影响外, 还受到多种因素的影响, 北方的夏季降水还可能受到中高纬度西风带环流的影响, 给预测带来困难。同

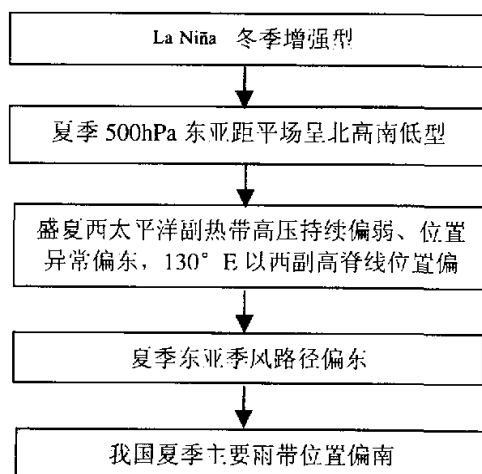


图 6 La Niña 冬季增强型对中国降水分布影响的概念模型

时,也必须注意到气候的可预测性问题,模式预测的结果初步表明,中国华北、西北以及东北的西部和北部地区气候可预测性较弱,不确定性较大^[8,9]。因此,实际气候预测的困难是非常大的。

(4) 根据 La Niña 冬季减弱型可以预测 1999 年夏季中国主要多雨带位置偏南,为 III 类雨型,能基本把握 1999 年中国夏季降水的主要趋势,但可能对长江中下游明显多雨、出现洪涝可能会估计不足。分析表明,1999 年夏季中国长江中下游地区降水明显偏多有其重要的气候背景,主要受到降水年代际振荡湿期的影响,且目前这个特征还没有结束。而长江中下游和江南北部春、夏季各月持续多雨更是属于气候异常,在气候预测上有其不确定性,是预测上的难点。

参 考 文 献

- 1 中国气象局气象科学研究院,中国近五百年旱涝分布图集,北京:地图出版社,1981.
- 2 赵振国主编,中国夏季旱涝及环境场,北京:气象出版社,1999,8~9.
- 3 陈桂英,El Niño La Niña 的冬季增强型和减弱型及其对我国夏季降水的影响,应用气象学报,2000,11(2),154~164.
- 4 孙淑清、孙伯民,东亚冬季风环流异常与中国江淮旱涝天气的关系,气象学报,1995,53(4),440~450.
- 5 黄荣辉,引起我国夏季旱涝的东亚大气环流异常遥相关及其物理机制的研究,大气科学,1990,14(1),108~117.
- 6 廖荃荪、赵振国,7-8 月西太平洋副热带高压的南北位置异常变化及其对我国天气的影响,长期天气预报和日地关系研究,北京:海洋出版社,1992,131~139.
- 7 陈兴芳、赵振国编,中国汛期降水预测研究及应用,北京:气象出版社,1999,21~64.
- 8 Wang Huijun, Xue Feng and Bi Xunqiang, The interannual variability and predictability of a global climate model, Adv. Atmos. Sci., 1997, 14, 554~562.
- 9 王会军,试论短期气候预测的不确定性,气候与环境研究,1997,2(4),333~338.

Preliminary Studies on the Cause of Southern Flood and Northern Drought during the Summer of 1999 in China

Chen Guiying, Zhang Peiqun and Xu Li

(National Climate Center, Beijing 100081)

Abstract The distribution of precipitation and its cause during the summer of 1999 have been investigated. The results show that it is the decadal-to-interdecadal oscillations of precipitation in the middle and low reaches of the Yangtze River, which is in the wet phase from the recent decadal, that is considered as the most important climate background of the relative richer rainfall during the summer of 1999. Furthermore, the intensifying of La Niña event in the former winter is accounted for the southward excursion of main rain belt and drought in the north of China.

Key words: La Niña; decadal-to-interdecadal oscillation; monsoon; flood and drought; model.